

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-65267

(43)公開日 平成8年 (1996) 3月8日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
H 0 4 J	14/00		H 0 4 B	9/00	E
	14/02				U
H 0 4 B	10/02				N
	10/20				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願平6-197083	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22)出願日	平成6年 (1994) 8月22日	(72)発明者	石田 修 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(72)発明者	吉田 誠史 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(72)発明者	長谷川 敬 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 志賀 正武

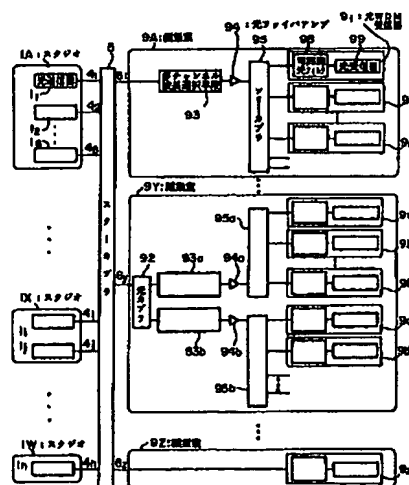
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光WDM情報分配網

(57)【要約】

【目的】 通信需要の変動等に柔軟に対処することができる光WDM情報分配網を提供する。

【構成】 複数の光送信器 (1) から出力された光信号は、スターカプラ (5) において合波され、受信側へ分配出力される。多チャネル波長選択手段 (9 3) は、分配出力された波長多重光のうちから所定の波長である複数の信号光を選択し、選択された信号光は、光増幅手段 (9 4) において一括して増幅される。この増幅出力は、光分配手段 (9 5) において複数分配出力され、光WDM受信器 (9) へ供給される。各光WDM受信器においては、受信対象の波長である信号光だけが可同調光フィルタ (9 8) を通過し、光受信器 (9 9) において電気信号に復調される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ波長の異なる光を出力する複数の光送信器と、
前記複数の光送信器の出力光を入力し分配出力する光スターカブラと、
前記光スターカブラの分配出力から所定の複数波長の信号光を選択出力する少なくとも一つの多チャンネル波長選択手段と、
前記多チャンネル波長選択手段の選択出力光を増幅する光増幅手段と、
前記光増幅手段の増幅出力を複数分配する光分配手段と、
前記光分配手段の複数の分配出力から所定の1波長を選択する複数の可同調光フィルタと、
前記複数の可同調光フィルタの出力光からそれぞれ信号の復調を行う複数の光受信器とを備えたことを特徴とする光WDM情報分配網。

【請求項2】 それぞれ波長の異なる光を出力する複数の光送信器と、
前記複数の光送信器の任意の出力光を合波する少なくとも一つの光合波手段と、
前記光合波手段の出力光を入力し分配出力する光スターカブラと、
前記光スターカブラの分配出力から所定の複数波長の信号光を選択出力する少なくとも一つの多チャンネル波長選択手段と、
前記多チャンネル波長選択手段の選択出力光を増幅する光増幅手段と、
前記光増幅手段の増幅出力を複数分配する光分配手段と、
前記光分配手段の複数の分配出力から所定の1波長を選択する複数の可同調光フィルタと、
前記複数の可同調光フィルタの出力光からそれぞれ信号の復調を行う複数の光受信器とを備えたことを特徴とする光WDM情報分配網。

【請求項3】 前記光合波手段が波長選択性を有していることを特徴とする請求項2に記載の光WDM情報分配網。

【請求項4】 前記光スターカブラと前記多チャンネル波長選択手段との間に第二の光分配手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の光WDM情報分配網。

【請求項5】 前記光スターカブラを複数備え、前記光送信器もしくは前記光合波手段と前記複数の光スターカブラとを光スイッチを介して接続し、
前記複数の光スターカブラと少なくとも一つの前記多チャンネル波長選択手段とを光スイッチを介して接続したことを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の光WDM情報分配網。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、スターカブラにより信号光を波長分割多重／複数分配するスター型の光WDM情報分配網に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 波長分割多重 (WDM; Wavelength Division Multiplexing) 技術を用いた光WDM情報分配網の構成を図9に示す。この図において、 $1_1, 1_2, \dots, 1_N$ はN台の光送信器であり、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光信号がそれぞれ割り当てられている。また、 $4_1, 4_2, \dots, 4_N$ および $6_1, 6_2, \dots, 6_N$ は光ファイバ、5はN合波／N分岐のN×Nスターカブラである。また、 $9_1, 9_2, \dots, 9_N$ は光WDM受信器であり、それぞれ可同調光フィルタ98と光受信器99とから構成される。

【0003】 光送信器 $1_1 \sim 1_N$ の各々は、割り当てられた波長の光信号を任意の情報で変調し、その変調光を光ファイバ $4_1 \sim 4_N$ を介して、スターカブラ5へそれぞれ出力する。スターカブラ5では、これらの光信号を合波し、その結果を光ファイバ $6_1 \sim 6_N$ を介して光WDM受信器 $9_1 \sim 9_N$ へ等しく分岐出力する。すなわち、光ファイバ $6_1 \sim 6_N$ には、N波多重された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光がそれぞれ伝搬する。

【0004】 光ファイバ $6_1 \sim 6_N$ を介して光WDM受信器 $9_1 \sim 9_N$ にそれぞれ入射した波長多重信号光は、可同調光フィルタ98 $_1 \sim 98_N$ の各々において必要な1波だけが選択され、光受信器99 $_1 \sim 99_N$ によって通信対象の情報がそれぞれ復調される。例えば、光WDM受信器 9_1 は、波長 λ_1 の信号光のみを選択し、その復調を行う。ここで、選択する信号光の波長は、可同調光フィルタ98 $_1 \sim 98_N$ の調整により変更可能であり、光WDM受信器 $9_1 \sim 9_N$ の各々は、N個の情報のうちから任意の1個の情報を復調することができる。

【0005】 次に、上述した従来の光WDM情報分配網を、テレビ局内の広帯域映像信号 (2.4 Gb/s) の伝送に適用した場合 (志水他「1 nm波長間隔局内WDM光ネットワークの基本特性」1994年電子情報通信学会春季大会B1044参照) について説明する。

【0006】 図10は、その適用された光WDM情報分配網の構成例を示す図であり、この図において、1A, 1X, 1Wはスタジオ、9A, 9Y, 9Zは編集室である。ここで、スタジオ1Aには6台の光送信器 $1_1 \sim 1_6$ と、それらに各々接続される6台のTVカメラ (図示略) とが配備されており、各光送信器 $1_1 \sim 1_6$ が対応するTVカメラの映像信号で送信光の変調を行う。同様に、スタジオ1Xには2台の光送信器 1_1 および 1_2 が配備され、2台のTVカメラとそれぞれ接続されている。また、スタジオ1Wには1台の光送信器 1_1 が配備され、1台のTVカメラが接続されている。

【0007】 一方、編集室9Aには6台の光WDM受信器 $9_1, 9_2, \dots, 9_6$ と、それらに各々接続される6台

のTVモニタ（図示略）とが配備されており、光WDM受信器9₁～9₆が受信光から対応するモニタへ供給する映像信号を選択および復調する。同様に、編集室9Yには10台の光WDM受信器9₁'、9₂'・・・9₁₀'が配備され、10台のTVモニタを同時に利用する。また、編集室9Zには1台の光WDM受信器9_zが配備され、1台のTVモニタを利用する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図10における各スタジオ1A、1X、1W・・・とスターカブラ5の間には、同時に利用するTVカメラ数に対応した本数だけ、光ファイバを敷設する必要がある。同様に、スターカブラ5と各編集室9A、9Y、9Z・・・間には、同時に利用するTVモニタ数に対応した本数だけ光ファイバを敷設する必要がある。つまり、テレビ局内に従来の光WDM情報分配網を配備する際には、予めスタジオおよび編集室で必要となるTVカメラおよびTVモニタの台数に応じた本数だけ、光ファイバを敷設しておかなければならない。

【0009】このため、例えばスタジオ1Aにおいては、光受信器をもう1台増設して光ファイバ4₁に接続することにより、最大7台まで同時にTVカメラを利用することができるが、8台以上のTVカメラを同時に利用する必要が生じた場合には、あらたに光ファイバを敷設しなければならず、工事にコストがかかる。

【0010】また、スターカブラ5は、2^k分配した場合最低3k[dB]の分配損が不可避であり、分配後の1波長あたりの光パワーが光WDM受信器9の受信感度以下となった場合には受信不能となるため、スターカブラ5の分配数、すなわち接続できる光ファイバ4または6の総数は制限される。このため、スタジオの数が多い場合、スタジオ一つあたりに配備できるファイバ数は著しく制限される。すなわち、ひとつのスタジオ内で同時に利用できるTVカメラ数は、著しく制限される。同様に、編集室に関しても、同時に利用できるモニタ数が制限される。

【0011】このように、従来の光WDM情報分配網（図9）を配備する場合、各スタジオで利用するTVカメラや各編集室で利用するTVモニタの数をあらかじめ厳密に予測して光ファイバ等を敷設する必要がある、その敷設可能な数はスターカブラ5の性能により制限される。このため、TVカメラやTVモニタの増減や移設に対して、柔軟に対応することが著しく困難であるという欠点があった。

【0012】本発明の目的は、上記事情を鑑みて、通信需要の変動等に柔軟に対処することができる光WDM情報分配網を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、従来の光WDM情報分配網において、光

スターカブラの出力に、N波の波長多重光のうちから必要なM波（但し、 $2 \leq M < N$ ）の信号光だけを選択して透過する多チャネル波長選択手段と、前記多チャネル波長選択手段を出力を入力とする光増幅手段と、前記光増幅手段の出力を分配する光分配手段とを備えたことをその最も主要な特徴とする。

【0014】すなわち、本発明の請求項1に係わる光WDM情報分配網は、光WDM受信器数の増減に柔軟に対応するために、それぞれ波長の異なる光を出力する複数の光送信器と、前記複数の光送信器の出力光を入力し分配出力する光スターカブラと、前記光スターカブラの分配出力から所定の複数の波長の信号光を選択出力する少なくとも一つの多チャネル波長選択手段と、前記多チャネル波長選択手段の選択出力光を増幅する光増幅手段と、前記光増幅手段の増幅出力を複数分配する光分配手段と、前記光分配手段の複数の分配出力から所定の1波長を選択する複数の可同調光フィルタと、前記複数の可同調光フィルタの出力光からそれぞれ信号の復調を行う複数の光受信器とを備えた。

【0015】また、本発明の請求項2に係わる光WDM情報分配網は、上記に加えて光送信器の増減にも柔軟に対応するために、それぞれ波長の異なる光を出力する複数の光送信器と、前記複数の光送信器の任意の出力光を合波する少なくとも一つの光合波手段と、前記光合波手段の出力光を入力し分配出力する光スターカブラと、前記光スターカブラの分配出力から所定の複数の波長の信号光を選択出力する少なくとも一つの多チャネル波長選択手段と、前記多チャネル波長選択手段の選択出力光を増幅する光増幅手段と、前記光増幅手段の増幅出力を複数分配する光分配手段と、前記光分配手段の複数の分配出力から所定の1波長を選択する複数の可同調光フィルタと、前記複数の可同調光フィルタの出力光からそれぞれ信号の復調を行う複数の光受信器とを備えた。

【0016】また、本発明の請求項3に係わる光WDM情報分配網は、送信器故障時の障害波及の防止のために、前記請求項2の送信器の光合波手段を、波長選択性を有しているものとした。

【0017】また、本発明の請求項4に係わる光WDM情報分配網は、光WDM受信器の増加により柔軟に対応するために、前記請求項1ないし3の発明の前記光スターカブラと前記多チャネル波長選択手段の間に第二の光分配手段を新たに備えた。

【0018】さらに、本発明の請求項5に係わる光WDM情報分配網は、光送信器数や光WDM受信器数の増加により柔軟に対応するために、前記請求項1ないし4の発明の前記光スターカブラを複数設けるとともに、前記複数のスターカブラを選択する光スイッチをあらたに備えた。

【0019】

【作用】本発明請求項1記載の光WDM情報分配網で

5

は、新たに設けた多チャネル波長選択手段において、まず、波長多重光のうちから受信する波長の光だけを選択する。ついで、選択された複数の波長の光は、光増幅手段に入力されて一括して増幅される。しかる後に、光分配手段をへて各光WDM受信器において電気信号に復調される。ここで、多チャネル波長選択手段によって真に必要な波長の光信号だけを選別して光増幅手段に入力するため、光増幅手段の出力が飽和することなく、大きな増幅利得をえることができる。こうして、光分配手段での分配数を希望に応じて増加させることが可能になる。

【0020】また、本発明請求項2記載の光WDM分配網では、上記に加えて、新たに設けた波長選択性を有するすくなくとも一つの光合波手段により、波長の異なる複数の光送信器の出力を合波してから光スターカブラに伝送するように構成される。こうして、光送信器の増減や移設にも柔軟に対応することが可能になる。

【0021】また、本発明請求項3記載の光WDM情報分配網では、送信器の光合波手段に波長選択性を持たせることで、故障などにより割当外の波長を出力する送信器が他の送信器の送信を妨害するのを防ぐことができる。

【0022】また、本発明請求項4記載の光WDM情報分配網では、多チャネル波長選択手段の前段に光分配手段を備えることで、より多くの光WDM受信器を配備できるようにする。

【0023】また、本発明請求項4記載の光WDM情報分配網では、複数の光スターカブラを設け、光スイッチを備えてスターカブラを切替えて利用することで、光送信器や光WDM受信器の個数を波長多重数を越えて増設することができるようにする。

【0024】

【実施例】以下、図面に基づき本発明の実施例について詳細に説明する。

<実施例1>図1は、本発明の光WDM情報分配網の実施例1を示す構成図である。この図の光WDM情報分配網は、図10を用いて説明した従来例と同様に、テレビ局内で広帯域映像信号(2.4Gb/s)を扱うシステムとして配備されているものであり、図10に対応する部分には同一の符号を付しその説明を省略する。

【0025】図1の編集室9Aにおいて、93は多チャネル波長選択手段であり、例えば光分波器、光合波器および複数の光スイッチを組み合わせて構成される(後述)。また、94は光信号を増幅する光ファイバアンプ、95は1つの光信号を8個の光信号に分配する1×8ツリーカブラであり、編集室9Aへ敷設された光ファイバ6₁からの信号光は、多チャネル波長選択手段93および光ファイバアンプ94を介してツリーカブラ95に供給される。また、編集室9Aには、6台のTVモニタ(図示略)が光WDM受信器9₁~9₆に対応して設けられており、光WDM受信器9₁~9₆にはツリーカブラ

6

95の8個の出力のうち6個が各々接続される。

【0026】また、編集室9Yにおいて、92は1×2光カブラであり、同編集室9Yへ敷設される光ファイバ6₂からの信号光を2分配する。この光カブラ92の分配光は、それぞれ多チャネル波長選択手段93₁、93₂および光ファイバアンプ94₁、94₂を介して1×8ツリーカブラ95₁、95₂に供給される。そして、ツリーカブラ95₁の8つの分配出力はそれぞれ8台の光WDM受信器9a'₁、9b'₁...9h'₁にそれぞれ入力され、ツリーカブラ95₂の8つの出力のうち2つはそれぞれ光WDM受信器9a''₁、9b''₁にそれぞれ入力される。また、以上の光WDM受信器9a'₁~9h'₁、9a''₁、9b''₁の出力は、対応して設けられている10台のTVモニタに供給される。

【0027】一方、光ファイバ6₃は、1台のTVモニタが設置されている編集室9Zまで敷設され、光WDM受信器9_zに接続される。

【0028】図2に、多チャネル波長選択手段93、93₁、93₂の構成例を示す。この図において、934は光分波器、935は光合波器、938₁~938₈は光ファイバ、939₁~939₈は光スイッチであり、これらの構成要素は以下のように動作する。

【0029】光分波器934に入力された波長 λ_1 、 λ_2 ... λ_8 の32波の波長多重信号は、その波長ごとに分波され、それぞれ光ファイバ938₁、938₂...938₈中を伝搬する。光ファイバ938₁~938₈の途中にはそれぞれ光スイッチ939₁~939₈が設けられており、選択したい波長の光に対応するスイッチのみON状態にする。ON状態の光スイッチを通過した信号光は、光合波器935によって再び合波されて出力される。つまり、光スイッチ939₁~939₈によって選択された波長の信号光が多重信号光として出力される。

【0030】なお、図2中の光分波器934および光合波器935の機能を1台のアレイ導波路回折格子型光合分波器で実現する手法が、立川等によって提案されている(特願平5-233874、特願平4-260222参照)。

【0031】次に、図1に示した本発明の実施例1の動作について説明する。まず、スタジオ1A内で撮影されている映像を編集室9Aでモニターする場合、つまり、光送信器1₁~1₈の出力光を、6台の光WDM受信器9₁~9₆で各々復調する場合には、多チャネル波長選択手段93(図2参照)の光スイッチ939₁~939₈をON状態とし、他の光スイッチ939₉~939₁₆をOFF状態とする。

【0032】これにより、図1において光ファイバ6₁を介して伝送された32波の波長多重信号光のうちから、光送信器1₁~1₈の出力する6つの波長 λ_1 ~ λ_6 の光信号だけが選択/合波され多チャネル波長選択手段93から出力される。この6波の波長多重信号は、光フ

7

ファイバアンプで一括増幅されたのちにツリーカブラ95で8分配され、光WDM受信器9₁～9₈に導かれる。光WDM受信器においては、それぞれの受信器内の可同調光フィルタで6波のうちから受信したい1波だけを選択し、受信器内の光受信器で復調する。そして、例えば光送信器1₁に接続されたTVカメラで撮影している映像が、光WDM受信器9₁に接続されたモニタに再生される。

【0033】同様に、編集室9Yに設置された10台のTVモニタで、光送信器1a, 1b・・・1jにそれぞれ接続された10台のTVカメラの映像を再生したい場合には、多チャンネル波長選択手段93aにおいて8つの波長 λ_1' , λ_2' , ..., λ_8' の光信号が選択/合成され、多チャンネル波長選択手段93bにおいて2つの波長 $\lambda_{a'}$ および $\lambda_{b'}$ の光信号が選択/合成されるように、各光スイッチ群939(図2)を設定する。

【0034】これにより、光ファイバ6yを介して伝送された波長多重信号光は、光カブラ92において2分配され、多チャンネル波長選択手段93₁においてそのうちの8つの波長 λ_1' ～ λ_8' の光信号が選択/合成される。この8波の波長多重信号は、光ファイバアンプ94₁で一括増幅されたのちにツリーカブラ95₁で8分配され、そして、光WDM受信器9₁'～9₈'の各々において、受信したい1波だけを選択し、復調を行う。同様に、多チャンネル波長選択手段93₂においては、上記光カブラ92の他方の出力である波長多重信号から2つの波長 λ_1'' , λ_2'' の光信号だけが選択され、光WDM受信器9₁'', 9₈''においてそれぞれ選択/復調される。

【0035】一方、編集室9Zにおいては、光WDM受信器9z内の可同調光フィルタにおいて受信したい λ_n の信号光だけが選択され、光WDM受信器9z内の光受信器でその復調が行われた後、TVモニタにその映像が再生される。

【0036】次に、複数のTVモニタの設置されたスタジオ9Aにおいて、多チャンネル波長選択手段93と光ファイバアンプ94の果たす役割について、図3を用いて説明する。

【0037】図3は、図1の光送信器1₁から光WDM受信器9₁にいたる光経路における、波長 λ_1 の光信号パワーの変化の様子を示すレベルダイアグラムである。光送信器1₁出力において+3dBmであった信号光パワーは、スターカブラ5にいたるまでにファイバ伝搬損失、ファイバ接続損失等により3dBの損失をうける。スターカブラ5では、32分配されるために、分配損失15dBおよび過剰損失3dBの計18dBの損失を受ける。なお過剰損失は、スターカブラ5のポートによるばらつきの影響を考慮して最悪値を想定した。ついで、スターカブラ5から編集室9Aまで伝搬する間に、ファイバ伝搬損失、ファイバ接続損失等により3dBの損失をうける。こうして、各編集室に到達する波長 λ_1 の光信

8

号は、合計24dBの損失をうけて-21dBmとなる。

【0038】ここで、光WDM受信器の受信感度が-23dBmであるとする、編集室9Zのように光WDM受信器を直接光ファイバ6₁に接続した場合には、希望の信号を選択して復調することが可能である。しかし、編集室9Aのように複数の光WDM受信器を有する編集室では、光ファイバアンプが不可欠である。なぜならば、各編集室に到達する λ_1 のパワーは-21dBmであり、わずかに2分配しただけでも-24dBm以下となって受信感度-23dBmの光WDM受信器では受信できないからである。

【0039】また、ファイバアンプ94の前段には、光ファイバアンプの飽和を防ぐために多チャンネル波長選択手段が不可欠である。なぜならば、例えば編集室9Aにおいて多チャンネル波長選択手段93を配備しなかった場合、光ファイバアンプ94には32波の波長多重信号が入射される。ここで、光ファイバアンプ94の飽和出力パワーが+5dBmの場合、増幅器出力における1波あたりの光パワーは、波長毎のパワーのばらつきまで考慮すれば最悪-13dBm程度しか見込めない。したがって、この光アンプ出力をツリーカブラ95で8分配すると、ツリーカブラのポート間での損失ばらつきを考慮すれば1波あたり最悪-25dBm程度になってしまう。こうして、受信感度-23dBmの光WDM受信器では受信できなくなる。この様子を、図3中に破線で示した。

【0040】ところが、図1に示したように光ファイバアンプ94の前段に多チャンネル波長選択手段93を設け、32波の波長多重信号のうちから受信に必要な波長だけ(最大8波)を選択して光ファイバアンプ94に入力することにより、図3中に実線で示したように改善される。すなわち、光ファイバアンプ94の飽和出力パワーが+5dBmの場合、光ファイバアンプ出力における1波あたりの光パワーは、波長毎のパワーのばらつきを考慮しても-7dBm程度期待できる。したがって、この出力をツリーカブラ95で8分配しても、1波あたり-19dBm程度は確保できる。こうして、受信感度-23dBmの光WDM受信器で選択受信することができるようになる。なお、ツリーカブラ95での分配数を例えば16に増加すると、分配損および過剰損の増加により1波あたりの光パワーが-23dBmを確保できない可能性がある。すなわち、スタジオ9Aで増設できるTVモニタの台数は、おおむね8台程度までである。

【0041】次に、8台を越えるTVモニタを設置するスタジオ9Yにおいて、第二の光分配手段である光カブラ92の果たす役割を説明する。

【0042】上述したように多チャンネル波長選択手段93と光増幅器94、ツリーカブラ95を用いて増設可能な光WDM受信器9の合計は、おおむね8台である。し

かし、あらかじめ光カブラ92で2分配してそれぞれに多チャネル波長選択手段、光増幅器、ツリーカブラを別々に設けることにより、16台までの増設が可能となる。光カブラ92をさらに分配数の多いツリーカブラに変更すれば、16台をこえて増設することも勿論可能である。

【0043】なお、多チャネル波長選択手段93や光カブラ92による損失は、以下の理由により許容できる。編集室9Zのように光ファイバアンプを用いることなく受信する場合には、光WDM受信器9zの受信感度は光受信器の回路雑音等で制限され、例えば-23dBm程度にとどまる。しかし、スタジオYのように光ファイバアンプを用いた場合、光ファイバアンプがプリアンプとして機能するため、光ファイバアンプ入力での最小受光感度は、例えば-40dBm程度まで実現可能である。したがって、例えば編集室9Aで多チャネル波長選択手段93の損失が7dBmあったとしても、光ファイバアンプ94へ入力される1チャネルあたりの光パワーは-28dBmとなって受信可能範囲内である(図3参照)。

【0044】次に、図1に示した光WDM情報分配網が、需要変動に対して柔軟に対応可能であることを説明する。

【0045】例えば、テレビ局内に編集室が10部屋あり、編集室に改装する可能性のある部屋が22部屋ある場合を考える。この場合、上記32部屋には、光スターカブラ5からの32本の光ファイバ61~6nをそれぞれ1本ずつ敷設しておけばよい。

【0046】そして、当初モニタは1台だけしか配備する必要がない編集室には、図1における編集室9Zのように光WDM受信器1台だけを備えておけばよい。この部屋に新たにモニタを増設して2~8台にする場合には、編集室9Aのように多チャネル波長選択手段93、光ファイバアンプ94、ツリーカブラ95を導入すればよい。さらにモニタを増設して9台以上にする場合には、編集室9Yのように光カブラ92を導入し、多チャネル波長選択手段93、光ファイバアンプ94、ツリーカブラ95を増設すればよい。

【0047】一方、図10に示した従来の光WDM情報分配網では、編集室および将来編集室になる可能性がある部屋の合計が32部屋である場合、各部屋にはファイバを1本ずつしか配備できない。したがって、各部屋ではTVモニタは1台ずつしか使用できない。また、仮に編集室の10部屋だけにファイバを配備するとしても、1部屋あたり3~4本しか割り当てることができないので、各部屋で同時に利用できるモニタ数は3~4台に制限されてしまう。

【0048】以上詳述したように、図1に示した実施例1によれば、需要変動によりモニタの台数が変化しても、各編集室内での装置の増設だけで対処可能であり、

光スターカブラから各部屋へのファイバ敷設工事をやり直す必要がない。

【0049】なお、実施例1(図1参照)においては、説明の便宜上スターカブラ5の分配数を32、ツリーカブラ95、95a、95bの分配数を8としたが、なんらこれに限定されるものではなく、編集室の数、光WDM受信器の受信感度や光ファイバアンプの飽和出力強度等に応じて種々の値で設計可能である。

【0050】また、実施例1(図1参照)においては多チャネル波長手段として光合分波器と光スイッチから構成されるもの(図2)を利用したが、これは同様な機能を示す光部品、例えば音響光学フィルタを用いて構成してもよい(福徳他、「偏波無依存型音響光学フィルタを用いた光分岐挿入回路の検討」、電子情報通信学会1993年秋季大会講演論文集B-906参照)。

【0051】また、図1においては光ファイバアンプを利用しているが、波長多重光信号を一括して増幅できるものであれば何等これに限定されるものではなく、例えば半導体光増幅器を用いてもよい。

【0052】＜実施例2＞図4は、本発明の光WDM情報分配網の他の実施例を示す構成図である。この図の光WDM情報通信分配網が実施例1(図1)と異なる点は、同一スタジオ内の複数の光送信器の出力光を波長選択性を有するアレイ導波路回折格子型光合分波器2(後述)で合波してから光スターカブラ5に入力している点である。また、この実施例の動作は、アレイ導波路回折格子型光合分波器の働きを除き、上述した実施例1と同一である。

【0053】図4において、2、2'はスタジオ内に設けられた16×16のアレイ導波路回折格子型光合分波器であり、図5にその構成を、また図6にその合波特性をそれぞれ示す。

【0054】図5において、23は入力導波路群、24、25はスラブ導波路、26アレイ導波路回折格子、27は出力導波路群である。一般に入力導波路群23および出力導波路群27の導波路数は任意であるが、ここではそれぞれ16個とし、それぞれ順番にI1、I2・・・・I16およびJ1、J2・・・・J16と番号を付して表している。

【0055】また、このアレイ導波路回折格子型光合分波器2は、図6に示す合波特性により、入力導波路I1から出力導波路J9へは波長 λ_{19} の光を選択的に透過し、I2からJ9へは λ_{18} の光を選択的に透過し、・・・、I16からJ9へは λ_1 の光を選択的に透過する。したがって、光送信器からの光信号をそれぞれの波長に対応する入力導波路に接続し、出力導波路J9に光ファイバ41を接続すれば、それぞれの光送信器1からの信号は合波された後、スターカブラ5に向けて送出される。

【0056】このような構成にすることで、アレイ導波

11

路回折格子型光合分波器2が設置されたスタジオにおいては、1本の光ファイバ4を介して、最大16個の光送信器1が同時に送信可能となる。例えば図4のスタジオ1Aにおいては、アレイ導波路回折格子型光合分波器2には6台の光送信器11~16が接続されており、残り10個の入力導波路23(図5参照)は空いている。したがって、このスタジオ1Aには、さらに10台のTVカメラが増設可能となる。

【0057】また、アレイ導波路回折格子型光合分波器2は、図6に示した波長選択性を有するため、例えば、光送信器1_iが故障してその出力光波長が本来の λ_i とは異なる波長(例えば λ_j)へずれたような場合には、その光出力は除去され、ファイバ4_i中に出力されることはない。すなわち、ある光送信器1の故障により発生する他の光送信器1の光信号への妨害を防ぐことができる。

【0058】以上説明したように、本実施例によれば、光ファイバ4の追加敷設を行うことなく、柔軟にTVカメラの増設を行うことができ、さらに、光送信器1が故障した場合に、その故障に起因する障害の波及を食い止めることができる。

【0059】なお、図4においては光合波手段として16×16アレイ導波路回折格子型光合分波器2を用いた場合を説明したが、異なる多重数の光合分波器を用いても勿論よい。例えば32×32アレイ導波路回折格子型光合分波器を用いれば、各スタジオでは32台まで光送信器を増設することが可能となる。

【0060】また、アレイ導波路回折格子型光合分波器2、2'の代わりに、普通的光合波器を用いてもよい。ただし、この場合には、上述した障害防止の効果は得られない。

【0061】＜実施例3＞図7は、本発明による光WDM情報分配網の実施例3を示す構成図であり、図4と対応する部分には同一の符号を付けその説明を省略する。この光WDM情報通信分配網が実施例2(図4)と異なる点は、複数の光スターカブラ51~54を備え、さらに各スタジオおよび編集室に光スイッチ3A、3X、3W、7A、7Y、7Zを配備して、接続する光スターカブラ51~54を選択できるように構成している点である。

【0062】図7において、3Aおよび3Wは1×4光スイッチ、3Xは2×4光スイッチ、7Aおよび7Zは4×1光スイッチ、7Yは4×2光スイッチである。スタジオ1Aのアレイ導波路回折格子型光合分波器2の出力は光スイッチ3Aに接続され、光スイッチ3Aの4つの出力はそれぞれ光ファイバ4_i1、4_i2、4_i3、4_i4を経てそれぞれ光スターカブラ51、52、53、54に接続されている。同様に、スタジオ1Wの光送信器1_wの出力は光スイッチ3Wに接続され、光スイッチ3Wの4つの出力は光ファイバ4_w1~4_w4を介してそれ

12

ぞれ光スターカブラ51~54に接続されている。

【0063】また、スタジオ1Xには2つのアレイ導波路回折格子型光合分波器2'1、2'2が備えられ、それぞれには光送信器が2台ずつ接続されている。ここで、アレイ導波路回折格子型光合分波器2'1、2'2の出力は2×4光スイッチ3Xに接続され、さらに2×4光スイッチ3Xの4つの出力は光ファイバ4_i1~4_i4を経てそれぞれ光スターカブラ51~54に接続されている。

10 【0064】一方、光スターカブラ51~54のそれぞれの出力は光ファイバ6_i1~6_i4を経て編集室9Aの4×1光スイッチ7Aに接続され、そのうちのいずれかが一つが多チャネル波長選択手段93に導かれる。同様に、光スターカブラ51~54のそれぞれの出力は光ファイバ6_z1~6_z4を経て編集室9Zの4×1光スイッチ7Zに接続され、そのいずれかが一つが光WDM受信器9_zに導かれる。

20 【0065】また、編集室9Yへは、光スターカブラ51~54のそれぞれの出力が光ファイバ6_y1~6_y4を経て4×2光スイッチ7Yに接続され、光スイッチ7Yの2つの出力はそれぞれ多チャネル波長選択手段93_a、93_bに接続されている。

【0066】次に、複数の光スターカブラ51~54と光スイッチ3A、3X、3W、7A、7Y、7Zの役割について説明する。

30 【0067】図7のスタジオ1Aは、例えば光スイッチ3Aによって光スターカブラ51に接続する。このスタジオ1Aにおけるカメラ映像を編集室9Aで編集する場合には、光スイッチ7Aにおいて光ファイバ6_i1を選択すればよい。すなわち、光スターカブラ51を含んだ、上述した実施例2(図4)と同様に機能する光WDM情報分配網が構築できる。

40 【0068】スタジオ1Xにおいては、光送信器1_i1、1_i1から出力される波長 λ_{i1} 、 λ_{i2} の光信号はアレイ導波路回折格子型光合分波器2'1で合波され、光スイッチ3Xにより例えば光スターカブラ51に導かれる。一方、光送信器1_i2、1_i2から出力される波長 λ_{i3} 、 λ_{i4} の光信号はアレイ導波路回折格子型光合分波器2'2で合波され、光スイッチ3Xにより例えば光スターカブラ52に導かれる。

50 【0069】ここで、編集室9Yにおいては、例えば4×2光スイッチ7Yにより光スターカブラ51と多チャネル波長選択手段93_aとを、および光スターカブラ52と多チャネル波長選択手段93_bとをそれぞれ接続すればよい。この場合、スタジオ1Aの光送信器は編集室9Aの光WDM受信器9_hへ、スタジオ1Xのうちの2台の光送信器1_i1、1_i1は編集室9Yのうちの8台の光WDM受信器9_i1'~9_i8'へそれぞれ光スターカブラ51を介して接続可能となり、上述した実施例2(図4)と同等な光WDM情報分配網が構成できる。一方、

スタジオ1Xのうちの残りの光送信器1, 2, 1, 2と、編集室9Yのうちの2台の光WDM受信器9, , 9, 等とは光スターカブラ52を介して接続可能となり、やはり、実施例2と同様な光WDM情報分配網が構成できる。

【0070】スタジオ1W, 編集室9Zにおいても同様に、光スイッチ3W, 7Zにより共に利用する光スターカブラ51~54のいずれかを選択すればよい。

【0071】また、上述した実施例(図1、図4)のように1つのスターカブラ5だけを用いる場合には、そのスターカブラ5の伝送可能な信号数(波長多重数)により、網全体の伝送可能な信号数が限定されるのに対し、この実施例3によれば、スタジオごとに利用する光スターカブラ51~54を違える、あるいは、同一のスタジオで複数の光スターカブラ51~54を利用することにより、波長多重数を越えた数の光送信器1を同時に利用することができる。すなわち、波長多重数をW、光スターカブラの個数をSとすれば、最大 $W \times S$ 台の光送信器を同時に利用することが可能となる。

【0072】こうして、本実施例は、実施例1および2で説明した効果にくわえて、波長多重数を越える数の光送信器1が増設可能になり、より柔軟な網の拡張が可能になるという効果を有する。

【0073】なお、本実施例(図7参照)においては光送信器1, 1, 1, 1, 2, 1, 2を同一のスタジオ1X内に配備しているが、これを別々のスタジオに配備しても勿論よい。すなわち、光送信器1, 1, 1, 1とアレイ導波路回折格子型光合分波器2' 1をスタジオ1X内に配備し、一方、光送信器1, 2, 1, 2とアレイ導波路回折格子型光合分波器2' 2を別のスタジオ1X'(図示略)に配備し、いずれかのスタジオもしくはその中間に光スイッチ3Xを配備すればよい。この場合、光スターカブラでの分配数に制限されることなく、スタジオ数を増やすことができるという利点が生じる。

【0074】同様に、図7において、編集室9Yには光WDM受信器9, ' ~ 9, ' 等を備え、光WDM受信器9, , 9, 等は別の編集室9Y'(図示略)に備えてもよい。この場合、光スターカブラの分配数に制限されることなく、編集室数を増やすことができるという利点が生じる。

【0075】また、図7においては、スターカブラの個数は4であるが、これは自由に増減可能である。さらに、図7においてスタジオと編集室とは必ず光スイッチにより全ての光スターカブラに接続できるように構成されているが、必要に応じて一部の光スターカブラとだけ接続されるように構成してももちろんよい。

【0076】また、図7を用いた以上の説明においては、光スイッチに入力された波長多重光はすべてそのままいずれか一つの出力に出力する、いわゆる空間光スイッチを用いるものとして説明したが、この代わりに波長

選択光スイッチを利用してももちろんよい。ここで、波長選択光スイッチとは、光スイッチによる経路切替機能を波長毎に別々に行うことのできる光スイッチで、例えば、図8のように構成される。

【0077】図8(a)において、 2×2 波長選択スイッチは、2つの入力端と、対応する2つの出力端、および切換入力(ハ)を有し、例えば一方の入力端には、 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の波長多重光が、他方の入力端には $\lambda'_1, \lambda'_2, \dots, \lambda'_n$ の波長多重光が各々入力されたとする。ここで、波長 λ_i と波長 λ'_i を示す切換入力(h, k)がなされたとすると、波長 λ_i と λ'_i 、波長 λ_i と λ'_i の光信号だけがそれぞれ入れ換えられ出力され、他の波長の光はそのまま対応する出力端から出力される。つまり、二つの出力にスルーで透過するかクロスで透過するかを、波長毎に切り替えることができる。

【0078】このような機能を示す 2×2 波長選択スイッチは、たとえば図8(b)のように、二つの分波器934、n個の 2×2 光スイッチ35、および2つの合波器935で構成できる。すなわち、分波器934で入力波長多重光は波長毎に分波されてn個の 2×2 光スイッチにそれぞれ入力する。また、n個の 2×2 光スイッチの出力は合波器935で合波されて再び波長多重光として出力される。こうして、波長毎に対応する 2×2 光スイッチをスルーもしくはクロス状態に切り替えることで、図8(a)に示した機能が実現される。

【0079】そして、例えば図7において、 2×4 光スイッチ3Xのかわりに、 2×4 波長選択光スイッチを用いることにより、光送信器1, 1と光送信器1, 2の出力を同一の光スターカブラに導いて、スタジオ9Aにおいて同時にモニタすることも可能になる。すなわち、単純な空間光スイッチのかわりに上述した波長選択光スイッチを用いることで、より柔軟な接続を実現することが可能になる。

【0080】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の請求項1の光WDM情報分配網によれば、それぞれの受信側端末ノードにおいて新たに設けた多チャネル波長選択手段において真に必要な波長の光だけを複数選択してから光増幅手段で一括増幅し、複数の光WDM受信器に分配してそれぞれ受信するように構成したことで、受信チャネル数をスターカブラとの接続を変更することなく任意に増加させることが可能になる。このため、光受信器の増設が柔軟に行えるという効果が得られる。

【0081】また、請求項2記載の光WDM情報分配網によれば、上述した効果に加え、それぞれの送信側端末ノードにおいても波長選択性を有する光合波手段を設けたことにより、送信側端末ノードでの送信器数もスターカブラとの接続を変更することなく任意に増加させることが可能になり、設備更改に対して柔軟に対応できるようになる。

15

【0082】また、請求項3記載の光WDM情報分配網によれば、波長選択性を有する合波手段により送信器故障時に障害の波及を防止することが可能になるという効果も併せ持つ。

【0083】また、請求項4記載の光WDM情報分配網によれば、上述した効果に加え、第二の光分配手段でさらに分配数を増やすことが可能になる。

【0084】また、請求項5記載の光WDM情報分配網によれば、上述した効果に加え、複数の光スターカプラを備えて光スイッチにより利用するスターカプラを選択できるように構成されているため、同じ波長の光送信器を複数同時に利用することができるようになり、波長多重数を越える数の送信器や受信器を増設することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の光WDM情報分配網を示す構成図である。

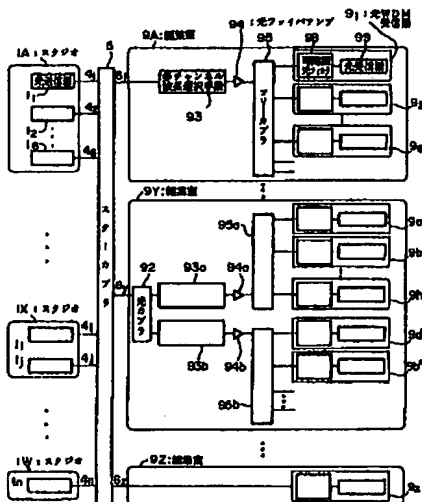
【図2】 図1の多チャンネル波長選択手段93の構成原理を説明するための図である。

【図3】 図1の光送信器1aから光WDM受信器9aへ送られる信号の光パワーの変化を示す図である。

【図4】 本発明の実施例2の光WDM情報分配網を示す構成図である。

【図5】 図4のアレイ導波路回折格子型光合分波器2の構成を説明するための図である。

【図1】



16

【図6】 同光合分波器2の合波特性を説明するための図である。

【図7】 本発明の実施例3の光WDM情報分配網を示す構成図である。

【図8】 波長選択光スイッチの機能（同図（a））と構成例（同図（b））を説明するための図である。

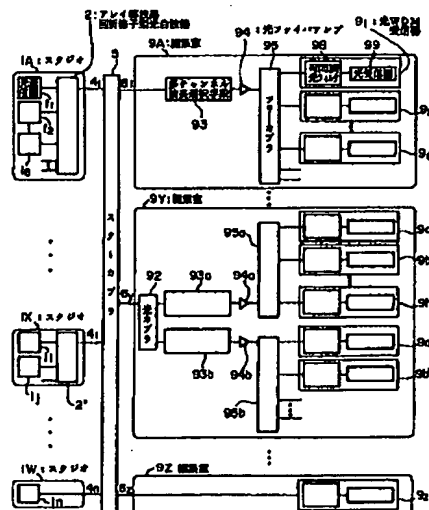
【図9】 従来の光WDM情報分配網を示す構成図である。

【図10】 従来の光WDM情報分配網の配備例を説明するための図である。

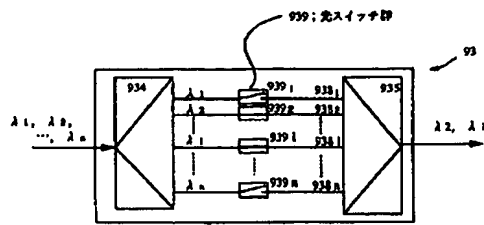
【符号の説明】

- 1A, 1X, 1W スタジオ
1₁ ~ 1_l 光送信器
2, 2' アレイ導波路回折格子型光合分波器
3A, 3X, 3W, 7A, 7Y, 7Z 光スイッチ
4₁ ~ 4_l 光ファイバ
5 光スターカプラ
6₁ ~ 6_l 光ファイバ
9A, 9Y, 9Z 編集室
9₁ ~ 9_l 光WDM受信器
92 光カプラ
93, 93₁, 93₂ 多チャンネル波長選択手段
94, 94₁, 94₂ 光ファイバアンプ
95, 95₁, 95₂ 光ツリーカプラ

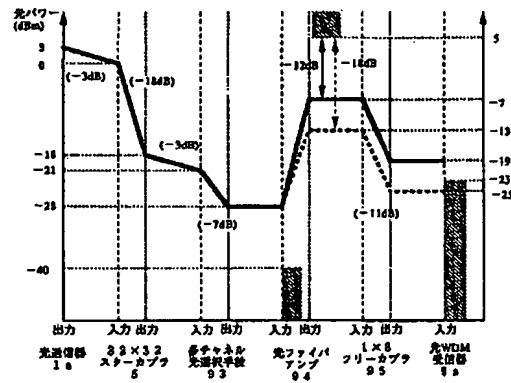
【図4】



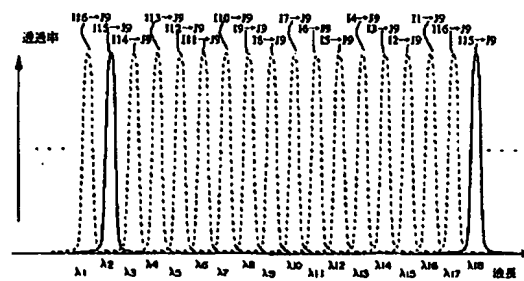
【図2】



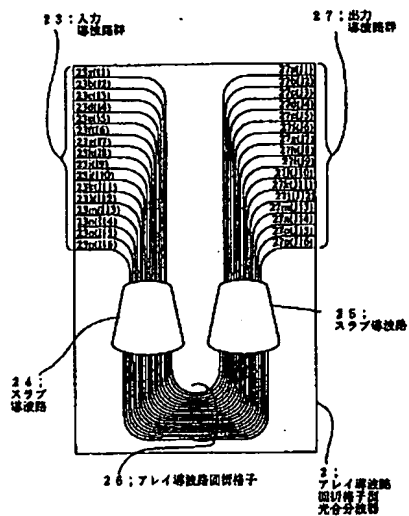
【図3】



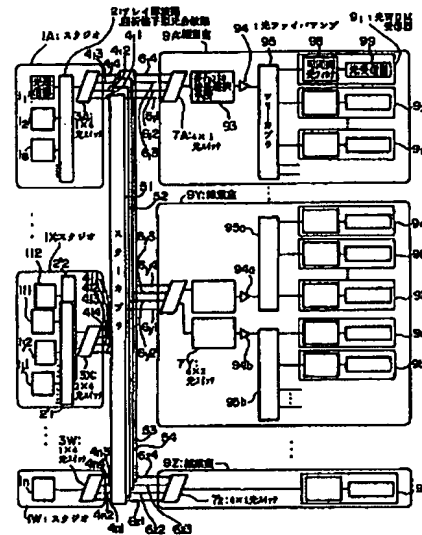
【図6】



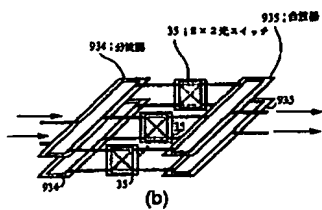
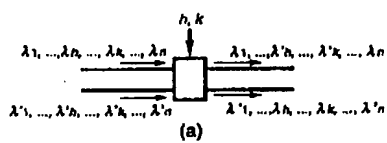
【図5】



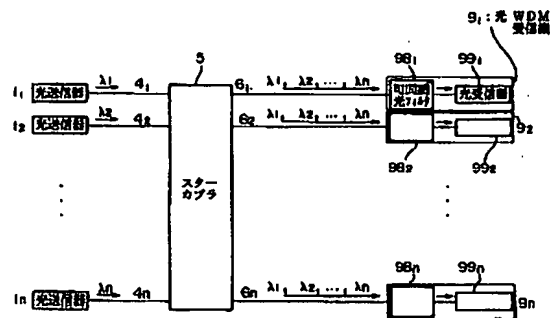
【図7】



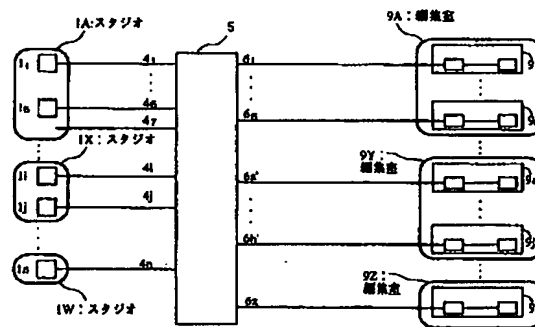
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶
H04B 10/20

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H04B 9/00

N

(72)発明者 野須 潔
東京都千代田区幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内